

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-109206

(43)Date of publication of application : 28.04.1998

(51)Int.Cl.

B23B 27/14

C23C 16/30

C23C 16/36

(21)Application number : 08-281754

(71)Applicant : HITACHI TOOL ENG LTD

(22)Date of filing : 03.10.1996

(72)Inventor : UEDA HIROSHI
INOUE HIROAKI

(54) SURFACE COATED CUTTING TOOL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To be excellent in both abrasion resistance and break resistance, and to bear a long time cutting work including an intermittent cutting.

SOLUTION: In a surface coated cutting tool having a ceramic skinfilm formed on the surface of a base body composed of a superhard alloy or cermet, the ceramic coat is composed of a single layer or multi-layers to always contain a columnar crystal TiCN layer so that the ratio of the horizontal mean grain diameter d_1 of a TiCN columnar crystal grain at a position separated as far as $1/5$ of the thickness of the TiCN layer from the upper end of the TiCN layer to the horizontal mean grain diameter d_2 of the TiCN columnar crystal grain at a position separated as far as $2/5$ of the thickness of the TiCN layer from the lower end of the TiCN layer may be within $1 \leq d_1/d_2 \leq 1.3$.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.07.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-109206

(43)公開日 平成10年(1998)4月28日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 2 3 B 27/14

B 2 3 B 27/14

A

C 2 3 C 16/30

C 2 3 C 16/30

16/36

16/36

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-281754

(22)出願日 平成8年(1996)10月3日

(71)出願人 000233066

日立ツール株式会社

東京都江東区東陽4丁目1番13号

(72)発明者 植田 広志

千葉県成田市新泉13番地の2 日立ツール
株式会社成田工場内

(72)発明者 井上 洋明

千葉県成田市新泉13番地の2 日立ツール
株式会社成田工場内

(54)【発明の名称】 表面被覆切削工具

(57)【要約】

【目的】 耐摩耗性、耐欠損性の両方に優れ、断続切削を含む長時間の切削加工に耐える表面被覆切削工具を提供する。

【構成】 超硬合金またはサーメットからなる基体表面にセラミック皮膜を形成した表面被覆切削工具において、該セラミック被覆は柱状晶のTiCN層を必ず含む単層または多層で構成され、該TiCN層の上端から該TiCN層の厚さの1/5の距離の位置におけるTiCN柱状結晶粒の水平方向の平均粒径d1と、該TiCN層の下端から該TiCN層の厚さの2/5の距離の位置におけるTiCN柱状結晶粒の水平方向の平均粒径d2の比を $1 \leq d1/d2 \leq 1.3$ とすることで構成する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 主たる成分として、元素周期表の4a、5a、6a族元素のうち少なくとも1種類以上の炭化物、窒化物、炭窒化物からなる硬質相を、鉄族元素の金属により焼結した超硬合金またはサーメットからなる基体の表面にセラミック皮膜を形成した表面被覆切削工具において、該セラミック被覆は柱状晶のTiCN層を必ず含む単層または多層で構成され、該TiCN層の上端から該TiCN層内部に向かって該TiCN層の厚さの1/5の距離の位置におけるTiCN柱状結晶粒の水平方向の平均粒径d1と、該TiCN層の下端から該TiCN層内部に向かって該TiCN層の厚さの2/5の距離の位置におけるTiCN柱状結晶粒の水平方向の平均粒径d2の比、 $d1/d2$ が $1 \leq d1/d2 \leq 1.3$ を満たすことを特徴とする表面被覆切削工具。

【請求項2】 請求項1に記載の表面被覆切削工具において、該d1が0.2~1.5 μ mであることを特徴とする表面被覆切削工具。

【請求項3】 請求項1乃至2に記載の表面被覆切削工具において、該TiCN層の膜厚が10 μ m以上であることを特徴とする表面被覆切削工具。

【請求項4】 請求項1乃至3に記載の表面被覆切削工具において、該TiCN層の塩素含有量が0.01~0.7wt%であることを特徴とする表面被覆切削工具。

【請求項5】 請求項1乃至4に記載の表面被覆切削工具において、該セラミック皮膜を構成する層の内、基体と接する第1層がTiC、TiCN、TiNの何れか1種以上からなり、その上の第2層が該柱状晶のTiCN層であり、第3層以降の層が、Al₂O₃、TiN、TiCN、TiC、TiCO、TiCNOのうちの1種又は2種以上の多層で構成されることを特徴とする表面被覆切削工具。

【請求項6】 請求項5に記載の表面被覆切削工具において、該第1層が厚さ0.2~1.5 μ mのTiNからなることを特徴とする表面被覆切削工具。

【請求項7】 請求項1乃至6に記載の表面被覆切削工具において、該基体はZr及び/又はHfを合計0.04~1wt%含むことを特徴とする表面被覆切削工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は強靱かつ耐摩耗性に優れた皮膜を形成した表面被覆切削工具に関するものである。

【0002】

【従来の技術】超硬合金、サーメットにCVDによるセラミックコーティング皮膜をした工具が広く用いられている。セラミック皮膜としては、TiC、TiN、TiCN、Al₂O₃の単層、または多層が用いられている。この中で、TiCNの皮膜に関しては従来より、時とし

て大規模な脱落が起こるため寿命が不安定になる傾向が見られた。この問題を解決するために、例えば特開平7-285001や特開平8-71814などTiCN層の微視的な構造を改善した特許が出願されている。しかし、これらは膜厚と結晶粒径の関係を規定するにとどまり、切削工具として最適な柱状結晶粒のテーパ形状については規定していない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明はTiCN皮膜の結晶粒形状を、切削加工に適したテーパ形状にコントロールし、さらにその膜厚や下層等を最適化する事により、耐摩耗性、耐欠損性に優れる表面被覆切削工具を提供するものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】TiCN層の柱状晶の成長過程において、成膜面に凹凸があるなどの理由で膜表面に高さの不均一があると、粒子間で成長速度に差が現れる。このため、ある粒子はテーパ状に伸びながら成長を続ける反面、別の粒子は先細りとなりTiCN層の上面にまで達しない場合もある。従って、TiCN層の上部と下部では水平方向の平均粒子径が異なることになるが、これを最適に制御することにより工具に最適な構造を得るに至ったのである。本発明者等は上記の課題を解決するために種々検討を加えた結果、下記のようにすれば耐摩耗性、耐欠損性に優れ、切削工具として満足できる性能が得られることを見出した。即ち、表面被覆切削工具の皮膜を構成するTiCN層は柱状晶からなり、該TiCN層の上端から該TiCN層内部に向かって該TiCN層の厚さの1/5の距離の位置におけるTiCN柱状結晶粒の水平方向の平均粒径d1と、該TiCN層の下端から該TiCN層内部に向かって該TiCN層の厚さの2/5の距離の位置におけるTiCN柱状結晶粒の水平方向の平均粒径d2の比、 $d1/d2$ が $1 \leq d1/d2 \leq 1.3$ を満たすようにすること。さらにd1を0.2~1.5 μ mとすること。さらにTiCN層の膜厚が、全膜厚に対して60%以上の厚さを占め、かつ、10 μ m以上とすること。また、該TiCN層の塩素含有量を0.01~0.7wt%とすること。さらに、皮膜を構成する層の内、基体と接する第1層をTiC、TiCN、TiNの何れか1種以上とし、その上の第2層を該柱状晶のTiCN層とし、第3層以降の層を、Al₂O₃、TiN、TiCN、TiC、TiCO、TiCNOのうちの1種又は2種以上の多層で構成すること。さらに基体に接する第1層を0.3~1.5 μ mのTiNとすること。さらに基体はZr及び/又はHfを合計0.04~1wt%含むこと。

【0005】

【作用】本発明の最も重要なポイントはd1とd2の比を $1 \leq d1/d2 \leq 1.3$ とした点である。TiCN層の垂直方向に長い粒子では、切削中の力が1つの粒子に

粒界を介さずに伝わるため、垂直方向の力に非常に強いものとなる。また、摩耗に関しては、方向性の無い粒子では粒子が、粒界より脱落することにより摩耗が進行するが、垂直方向に長い粒子では、脱落することがなく、耐摩耗性に対して優れている。これらが柱状晶のTiCNを採用する大きな理由であるが、本発明では特に柱状晶粒子のテーパ形状に留意し、柱状晶の上部と下部で粒径に差が少なく $d1/d2$ が1に近いものとした。このようにすることで断続切削において、皮膜に発生するクラックは垂直方向に入り、基体表面と平行なクラックは従来のものと比べて非常に入りにくい。基体表面と平行なクラックは、皮膜の破壊、剥離につながり、これは即ち工具寿命を大幅に縮める。

【0006】また、この時のTiCNの粒径としては $d1$ が $1.5\mu\text{m}$ 以下の場合に、特に耐摩耗性に優れている。 $d1$ が $1.5\mu\text{m}$ より大では1つの粒子が大きくなりすぎ、切削時の力を多くの粒界で分散して受け止めることが出来ず、皮膜が破壊しやすくなる。 $d1$ を $1.5\mu\text{m}$ 以下とすれば皮膜が破壊しにくくなる上に、たとえ破壊が起こっても微細な結晶粒故に大規模な結晶粒の脱落が起こりにくくなるため、摩耗の進行が不安定になりにくい利点がある。より好ましくは $d1$ を $1.2\mu\text{m}$ 以下とする。しかし、 $d1$ が小さすぎる場合は柱状晶の効果が現れにくくなるので $d1$ は $0.2\mu\text{m}$ 以上が必要である。より好ましくは $d1$ を $0.5\mu\text{m}$ 以上とする。

【0007】尚、平均粒径 $d1$ 及び $d2$ の評価は、電子顕微鏡により撮影された皮膜の破面の一定視野の写真の中にみられる粒子の数を数えることによって行われる。 $d1$ はTiCN層の上端の界面からTiCN層膜厚の $1/5$ の距離の位置において測定する。例えば、この位置に引いた基体表面と水平な $10\mu\text{m}$ の線分上に20本の粒子がある場合、水平方向の平均粒径は $0.5\mu\text{m}$ となる。同様に、 $d2$ はTiCN層の下端の界面からTiCN層膜厚の $2/5$ の距離の位置において測定する。

【0008】このようにして得られた、優れた特性を有するTiCN層の性能を最大限発揮させるためには従来から行われているように Al_2O_3 、TiN、TiC、TiC等の皮膜と組み合わせた多層皮膜とすることが推奨される。特に耐酸化性に優れた Al_2O_3 層をTiCN層よりも表面側に配置することで工具寿命の延命が図られる。尚、柱状晶のTiCN層の膜厚は $10\mu\text{m}$ 以上であることが望ましく、さらに全膜厚に対して60%以上の厚さを占めることが望ましい。TiCN膜をこのような膜厚にすることで、耐摩耗性に優れ長時間の使用に耐える皮膜となる。鋳鉄の切削に際して、耐摩耗性に優れたTiCN層の膜厚が厚いほど長寿命となるのは当然のことであるが、鋼の切削においては従来の工具では刃先の基体が塑性変形するために皮膜が破壊し寿命に至るケースが多かった。しかし本発明のTiCN層を上記の厚さにすることで工具刃先の剛性が増し塑性変形しにくくな

る。結果、皮膜は破壊、脱落することなく正常な摩耗状態を示すので長時間に渡り安定した切削が可能となる。さらに高い耐塑性変形性が必要な場合には基体成分にZr、Hf等を加え耐塑性変形性を向上させる方法もある。

【0009】しかし、皮膜を厚くするために、ただ単に長時間のコーティング処理を行うと結晶粒子が粗大化し上記の粒径、テーパ形状から外れるので目的とする特性が得られない。そのため、コーティング処理条件を時間と共に変更して、皮膜の結晶粒子が粗大化しないように制御する必要がある。同一コーティング処理条件では皮膜が厚くなるにつれて、粒径が大きくなる。皮膜粒子の粗大化を抑えるために、反応ガス濃度、反応圧力、温度を連続的に変化させる。段階的に条件を変更すると、変更の前で水平方向の粒界が形成され、皮膜が2層に分かれるので好ましくない。

【0010】通常のCVDコーティング皮膜には原料物質から混入する塩素はほとんど含まれないが、結晶粒子の粗大化を抑制するようコーティング条件を変更すると、皮膜中の塩素が増加する傾向がみられる。塩素が過度に含まれると皮膜の耐摩耗性が劣化するが、 $0.7\text{wt}\%$ 以下であるならば通常の使用上、特に問題にならない。特に耐摩耗性を重視し長寿命を狙う場合には $0.1\text{wt}\%$ 以下とすることが望ましい。

【0011】尚、全膜厚が過度に厚くなると皮膜が壊れやすくなる。本発明者等の実験では全膜厚が $23\mu\text{m}$ までは実用に耐えることがわかっている。また、使用条件を制限すれば全膜厚が $30\mu\text{m}$ 程度のものまで実用可能である。

【0012】超合金やサーメットの基体にTiCN皮膜を形成する場合に基体に接する第1層としてTiN層を設けた後にTiCNを設けることが従来より行われている。これはコーティング処理の際に基体から基体成分、特に炭素と鉄族元素の皮膜中への拡散を防ぐバリアの目的で行われているものである。このバリアは本発明のTiCN皮膜においても有効であるがTiN層の膜厚は $1.5\mu\text{m}$ 以下であることが重要である。 $1.5\mu\text{m}$ を越えるとその上に形成するTiCNの結晶粒子は粗大化する傾向にあり上記の最適粒径及びテーパ形状を保つことが極めて困難となるからである。また、TiN層の膜厚の下限は $0.2\mu\text{m}$ 程度でこれを下回るとバリアの効果が不十分となる。好ましいTiN層の膜厚の範囲は $0.3\sim 1.3\mu\text{m}$ である。

【0013】このような構成の皮膜を被覆する超合金基体として、基体に耐熱性のあるISO P10、M10相当の超合金が最適である。しかし、高速切削により刃先温度が高くなる場合には、皮膜の摩耗よりも先に、基体超硬が塑性変形し、寿命に至る。この問題に対してはZr及び／又はHfを超硬基体成分中に含有させることにより、耐熱性が増し、長寿命となる。含有量は

0.04~1wt%が適当である。この範囲を下回ると効果がなく、上回ると靱性の劣化につながる。Zr、Hfは炭化物、窒化物、炭窒化物等の化合物の形で添加しても良い。このようにすることで必要な炭素、窒素等を安定した形で添加することができる。例えばZrCは0.05~1.1wt%を添加すれば良い。

【0014】

【実施例】以下のように6種類のスローアウエイチップを作成した。本発明例1として、CNMG120408形状の超硬合金（ISO P10相当）を基体とし、その表面に公知の熱CVDにより第1層TiNを0.3μm成膜、アセトニトリルを用いたMT-CVDにより第2層TiCN（粒成長を抑えるコーティング条件）を11μm成膜、第3層にCVDでTiCを1.0μm成膜、第4層CVDでAl₂O₃を1.5μm成膜、最外層にCVDでTiNを0.5μm成膜。全膜厚は14.3μm。第2層のTiCN柱状晶の膜厚は、全膜厚の77%。第2層のTiCN柱状晶の粒径は、d1=0.9μm、d2=0.8μm、d1/d2=1.1。第2層中の塩素量は0.3wt%。本発明例2として、本発明例1と同一形状の超硬合金基体（ISO P10相当、ZrCを0.3wt%含有）の表面に本発明例1と同様の条件、層構造、膜厚で成膜した。全膜厚は14.3μm。第2層のTiCN柱状晶の膜厚は、全膜厚の77%。第2層のTiCN柱状晶の粒径は、d1=0.9μm、d2=0.8μm、d1/d2=1.1。第2層中の塩素量は0.3wt%。本発明例3として、本発明例1と同様の超硬基体を用い、本発明例1と同様の条件で基体表面より第1層TiNを0.3μm、第2層TiCNを5.5μm、第3層TiCを2.0μm、第4層Al₂O₃を2.0μm、最外層TiNを0.5μm順次成膜。全膜厚は10.3μm。第2層のTiCN柱状晶の膜厚は、全膜厚の53%。第2層のTiCN柱状晶の粒径は、d1=1.0μm、d2=0.9μm、d1/d2=1.1。第2層中の塩素量は0.1wt%。

【0015】本発明例4として、本発明例1と同様の基体の表面に公知の熱CVDにより第1層TiNを0.3μm成膜、アセトニトリルを用いたMT-CVD、但し本発明例1の場合よりも30℃温度を下げて第2層TiCNを11μm成膜、第3層にCVDでTiCを1.0μm成膜、第4層CVDでAl₂O₃を1.5μm成膜、最外層にCVDでTiNを0.5μm成膜。全膜厚は14.3μm。第2層のTiCN柱状晶の膜厚は、全膜厚の77%。第2層のTiCN柱状晶の粒径は、d1=0.7μm、d2=0.7μm、d1/d2=1.0。第2層中の塩素量は0.9wt%。比較例5として、本発明例1と同様の超硬合金基体を用い、基体表面より第1層TiNを0.3μm成膜、アセトニトリルを用いたMT-CVDにより第2層TiCNを11μm、第3層にTiCを1.0μm、第4層にAl₂O₃を1.5μ

m、最外層にTiNを0.5μm成膜。全膜厚は14.3μm。第2層のTiCN柱状晶の膜厚は、全膜厚の77%。第2層のTiCN柱状晶の粒径は、d1=1.5μm、d2=0.7μm、d1/d2=2.1。第2層中の塩素量は0.1wt%。比較例6として、本発明例1と同様の基体を用い、第1層のTiNの膜厚を1.6μmとした以外は本発明例1と同様の条件、層構造、膜厚で成膜した。全膜厚は15.6μm。第2層のTiCN柱状晶の膜厚は、全膜厚の71%。d1=2.5μm、d2=1.2μm、d1/d2=2.1。第2層中の塩素量は0.3wt%。

【0016】以上の試料を以下の切削試験1~3にて評価した。切削試験1では鋼を旋削した。被削材：S45C丸棒、切削速度：200m/min、送り：0.3mm/rev、切り込み：2.0mm、湿式切削とした。切削試験1についてはチップの逃げ面摩耗幅が0.3mmとなるまでの切削時間で評価した。結果は、本発明例1が62分、本発明例2が68分、本発明例3が20分、本発明例4が57分、比較例5が35分、比較例6が20分であった。切削試験2では鋳鋼を旋削した。被削材：FCD70丸棒、切削速度：150m/min、送り：0.3mm/rev、切り込み：2.0mm、湿式切削とした。切削試験2もチップの逃げ面摩耗幅が0.3mmとなるまでの切削時間で評価した。結果は、本発明例1が32分、本発明例2が33分、本発明例3が16分、本発明例4が28分、比較例5が13分、比較例6が10分であった。

【0017】本発明例1、2は切削試験1、2の両方で良好な結果を得た。本発明例3はTiCN層が薄いため鋳鋼の切削では膜厚に相応した寿命を示したが、刃先の剛性不足のため、鋼の切削においては膜厚が薄いことを差し引いてもやや劣る結果となった。本発明例4はTiCNの柱状晶を特に微粒とした為に塩素濃度が高く、切削試験1、2の両方で本発明例1、2よりもやや劣る結果となった。比較例5はTiCNの柱状晶が粗粒であり、強いテーパ形状であるため耐摩耗性に劣り、切削試験1、2の両方で劣る結果となった。比較例6は第1層のTiNが厚すぎるためTiCNの柱状晶が粗粒かつ強いテーパ形状となり非常に劣る結果となった。

【0018】切削試験3は工具の耐欠損性を調べるために外周部に溝を設けた丸棒を用い断続切削とした。被削材：SCM435 4つ溝付丸棒、切削速度：150m/min、送り：0.2mm/rev、切り込み：2.0mm、乾式切削とした。この条件で最大1000回までの衝撃を工具に与え、工具に欠損が生じたときの衝撃回数で評価した。尚、この試験は各チップの4コーナについて行った。

【0019】結果は、本発明例1では3コーナが1000回の衝撃に耐え残り1コーナも800回であった。本発明例2では、2コーナが1000回の衝撃に耐え、残

7

り2コーナも850回、900回であった。本発明例3は全てのコーナが1000回の衝撃に耐えた。本発明例4は1コーナが1000回の衝撃に耐え、残りのコーナは800回、750回、900回であった。比較例5、6では1000回の衝撃に耐えたコーナはなく4コーナの平均でそれぞれ760回、490回であった。本発明例1、2、3はいずれも良好な結果を示した。特に本発明例3は膜厚が薄いので良好であった。本発明例4は皮

8

膜がやや脆弱であり、やや劣る結果となった。比較例5、6は強いテーパ形状のため欠けやすく、劣る結果となった。

【0020】

【発明の効果】以上の結果より明らかなように、本発明品は耐摩耗性、耐欠損性の両方に優れ、断続切削を含む長時間の切削加工に耐えるものである。切削加工の高能率化に特に効果を発揮するものである。

